

高压电动机轴承发热原因分析及处理措施

马岩 王伟

茵梦达(天津)驱动技术有限公司 天津 300000

摘要: 本文围绕高压电动机轴承发热问题, 结合其结构原理与发热判定标准, 系统分析安装偏差、润滑不当、轴承自身缺陷及工况环境等核心诱因, 明确不同发热等级的危害。阐述常规检测与专业诊断技术的应用方法, 提出针对性处理措施、应急方案及全流程预防策略, 通过多维度管控实现发热故障精准处置与源头规避, 为高压电动机轴承安全稳定运行提供技术支撑, 降低设备停机损耗与维护成本。

关键词: 高压电动机; 轴承发热; 原因分析; 处理措施

引言: 高压电动机作为工业生产核心动力设备, 轴承是保障其平稳运转的关键部件, 其发热故障是现场运行中最常见的问题之一。轴承过热易导致润滑失效、部件磨损甚至卡死烧毁, 引发电机停机, 造成严重经济损失。为解决这一痛点, 本文结合行业标准与实际工况, 深入剖析发热原因, 优化诊断流程, 制定科学合理的处理与预防方案, 对提升高压电动机运行可靠性、延长设备使用寿命具有重要现实意义。

1 高压电动机轴承相关基础理论

1.1 高压电动机轴承的结构与分类

(1) 高压电动机轴承核心结构: 主要由内圈、外圈、滚动体、保持架四大核心部件组成, 部分特殊工况轴承增设密封件和润滑槽。内圈与电动机转轴过盈配合, 随转轴同步转动; 外圈固定在轴承座内, 起支撑作用; 滚动体为核心传力部件, 减少内外圈相对摩擦; 保持架用于分隔滚动体, 避免其相互碰撞磨损, 确保运转平稳。(2) 高压电动机轴承常见分类及适用场景: 按滚动体类型分为球轴承和滚子轴承。球轴承摩擦系数小、转速高, 适用于轻载、高速且冲击较小的高压电动机, 如风机配套电机; 滚子轴承承载能力强、抗冲击性好, 适用于重载、低速的高压设备, 如水泵、压缩机配套电机。

1.2 高压电动机轴承的工作原理与性能要求

(1) 轴承工作原理: 通过滚动体的滚动运动, 将转轴的滑动摩擦转化为滚动摩擦, 降低运转阻力, 同时传递转轴的径向和轴向载荷, 保证转轴在高压工况下精确定位、平稳转动, 减少能量损耗。(2) 高压工况下轴承的核心性能要求: 需具备高强度承载能力, 抵御高压带来的冲击载荷; 良好的耐磨性和耐热性, 适应长期高速运转产生的摩擦热量; 优异的密封性, 防止灰尘、油污侵入, 避免内部部件腐蚀损坏; 此外还需具备良好的尺寸稳定性, 确保高压下不会因形变影响运转精度^[1]。

1.3 轴承发热的判定标准与危害

(1) 轴承发热的行业判定标准: 正常运转时, 轴承温度低于95°C, 温升不超过环境温度40°C; 95-110°C为轻微发热, 超过110°C为严重发热, 需立即停机检查, 可结合厂家标准微调阈值。(2) 轴承发热对高压电动机的危害: 高温加速润滑脂老化失效, 引发部件干摩擦、磨损加剧; 长期过热导致轴承形变, 影响配合精度、引发转轴振动; 严重时造成轴承卡死烧毁, 导致电机停机, 造成经济损失。(3) 发热故障的分级与影响范围: 一级(轻微, 95-100°C), 仅润滑脂轻度老化, 不影响运转, 需加强监测; 二级(中度, 100-110°C), 部件轻微磨损、电机轻微振动, 需停机检查润滑和密封; 三级(严重, > 110°C), 轴承严重损坏, 电机无法工作, 可能波及定子、转子等核心部件。

2 高压电动机轴承发热原因分析

2.1 安装因素导致的发热

(1) 轴承安装偏差: 安装时若轴承内圈与转轴、外圈与轴承座同轴度不足, 或安装面垂直度偏差, 会导致轴承运转时受力不均, 滚动体与内外圈产生额外摩擦, 摩擦生热加剧, 进而引发轴承发热, 偏差越大, 发热现象越明显。(2) 安装力度不当: 安装过紧会挤压轴承内部部件, 减小滚动体活动空间, 增大摩擦阻力; 安装过松则会导致轴承与转轴、轴承座配合间隙过大, 运转时产生晃动和冲击, 两者均会使轴承温度快速升高, 还可能加速部件磨损。(3) 安装过程中异物侵入: 安装时若未做好清洁, 灰尘、金属碎屑、杂物等侵入轴承内部, 会破坏滚动体的平稳运转, 增加摩擦损耗, 同时可能划伤轴承内外圈滚道, 引发局部过热, 长期运行还会导致轴承故障扩大。

2.2 润滑因素导致的发热

(1) 润滑油选型不合理: 高压电动机工况特殊, 若

选用的润滑油粘度过高,会增大运转阻力;粘度过低则无法形成有效的润滑油膜,无法隔离摩擦部件;耐温性不足时,高温下润滑油易失效,均会导致轴承摩擦加剧、温度升高。(2) 润滑油加注量不当:加注量过多会阻碍轴承散热,润滑油自身搅拌产生额外热量;加注量过少则无法充分润滑所有摩擦面,导致干摩擦或半干摩擦,两种情况都会直接引发轴承发热,影响使用寿命。(3) 润滑油老化、变质或污染:长期运行后,润滑油会因高温、氧化发生老化变质,润滑性能下降;若混入水分、杂质,会破坏油膜完整性,加剧轴承内部磨损和摩擦生热,成为轴承发热的常见诱因^[2]。

2.3 轴承自身因素导致的发热

(1) 轴承制造精度不达标:轴承生产过程中,若内外圈滚道、滚动体尺寸偏差、表面粗糙度超标,或保持架精度不足,会导致轴承运转时受力不均、摩擦增大,天生存在发热隐患,易在高压工况下提前出现过热现象。(2) 轴承磨损、疲劳、锈蚀:长期在高压、高速工况下运行,轴承滚动体、滚道会逐渐磨损,出现疲劳剥落、点蚀等缺陷;若密封不良导致受潮,还会发生锈蚀,这些问题都会增大摩擦阻力,引发发热。(3) 轴承型号与工况不匹配:未根据高压电动机的载荷、转速、工作温度等工况选择合适型号的轴承,如轻载轴承用于重载工况,会导致轴承长期超负荷运转,摩擦生热加剧,进而出现过热故障。

2.4 运行工况与环境因素导致的发热

(1) 电动机过载、转速异常:高压电动机长期处于过载运行状态,会增大轴承承受的径向和轴向载荷,摩擦损耗增加;转速过高或波动过大,会超出轴承设计极限,导致摩擦生热加快,引发轴承发热。(2) 运行环境温度过高、粉尘过多:环境温度过高会影响轴承散热,导致热量无法及时散发;环境中粉尘过多,易侵入轴承内部,破坏润滑效果、加剧摩擦,同时堵塞散热通道,间接引发轴承过热。(3) 冷却系统故障导致散热不良:若电动机冷却系统(如冷却风扇、冷却水管)出现故障,无法正常发挥散热作用,会导致轴承运转产生的热量堆积,无法及时排出,进而使轴承温度持续升高,引发发热故障。

3 高压电动机轴承发热故障的检测与诊断方法

3.1 常规检测方法

(1) 温度检测法:接触式主要采用热电偶、热电阻传感器,直接贴合轴承外圈检测温度,数据精准,适用于固定点位长期监测;非接触式以红外测温仪为主,无需接触设备,操作便捷,适合巡检时快速排查,可初步判断轴承是否存在过热现象,结合行业标准判定发热等

级。(2) 振动检测法:通过振动传感器采集轴承运转时的振动信号,分析振动幅值、频率等参数,若出现异常振动峰值,多对应轴承磨损、安装偏差或润滑不良等问题,可快速定位发热的潜在诱因,是现场常规检测的核心方法之一。(3) 听觉与视觉观察法:巡检时通过听声设备判断轴承运转声音,正常为均匀平稳的运转声,异响、杂音多伴随发热故障;视觉观察轴承密封件、润滑脂状态,若出现润滑脂渗漏、变色,或轴承外圈变色、冒烟,可直接判定存在发热问题。

3.2 专业诊断技术

(1) 油液分析诊断技术:采集轴承润滑油样本,检测油液的粘度、水分、杂质含量及金属磨粒浓度,若油液变质、杂质过多或金属磨粒超标,可判定润滑失效或轴承磨损,进而明确发热原因,适用于深层故障排查。(2) 红外热成像诊断技术:利用红外热成像仪拍摄轴承红外热像图,直观呈现轴承温度分布,可精准定位局部过热区域,区分是轴承自身故障还是散热不良导致的发热,诊断效率高、准确性强。(3) 振动频谱分析诊断技术:对采集的振动信号进行频谱分析,通过特征频率识别轴承滚道、滚动体的磨损、疲劳等缺陷,可量化故障程度,同时结合温度数据,实现发热故障的精准诊断和原因定位。

3.3 发热故障的诊断流程与判定要点

(1) 故障诊断的基本流程:先通过常规检测排查表面现象,测量温度、观察状态、采集振动信号;再结合专业诊断技术深入分析,必要时进行油液分析或红外热成像检测;最后综合各项数据,判定发热原因及故障等级,制定处理方案。(2) 不同发热原因的诊断判定要点:安装因素多伴随振动异常,温度均匀升高;润滑因素对应油液指标异常,发热伴随润滑脂失效;轴承自身故障多有特征频率振动和金属磨粒超标;环境及工况因素则伴随环境温度过高或冷却系统异常。(3) 误诊、漏诊的规避措施:检测时确保传感器安装规范、数据采集全面;结合多种检测方法交叉验证,避免单一数据误判;定期校准检测设备,熟悉不同工况下轴承的正常参数范围,同时排查周边干扰因素,确保诊断结果准确^[3]。

4 高压电动机轴承发热故障的处理措施与预防策略

4.1 不同发热原因的针对性处理措施

(1) 安装因素导致发热的处理方法:立即停机冷却,重新调整轴承安装精度,校正同轴度、垂直度至标准范围;若安装过紧,拆解后清理并重新装配,控制配合间隙;若有异物侵入,拆解轴承彻底清洗,更换受损密封件,确保安装过程中清洁无杂物,装配后试运行检测温

度。(2) 润滑因素导致发热的处理方法: 根据工况更换适配粘度、耐温性的润滑油, 彻底清洗润滑系统; 若加注量不当, 调整至标准范围; 若油液老化、污染, 立即更换新油并清理油路, 检查密封件防止再次污染, 更换后监测轴承温度变化, 确保润滑效果达标。(3) 轴承自身及工况因素导致发热的处理方法: 轴承自身磨损、锈蚀或制造精度不达标时, 直接更换符合标准、匹配工况的轴承; 若因电动机过载、转速异常, 调整负载至额定范围, 排查转速异常原因并修复; 若工况适配不当, 更换对应型号的轴承, 确保与负载、转速匹配。

4.2 发热故障的应急处理方案

(1) 轻度发热故障的应急处置: 无需停机, 加强巡检频次, 每15分钟检测一次温度、振动参数; 适当加大冷却系统风量或水量, 补充适配润滑油; 密切观察温度变化, 若持续升高, 立即转入重度故障处理流程, 避免故障扩大。(2) 重度发热故障的停机处理流程: 立即切断电源停机, 悬挂警示标识, 禁止强行启动; 采用自然冷却或强制冷却方式, 待轴承温度降至环境温度附近后, 拆解检查, 排查发热根源并针对性处理; 更换受损部件后, 重新装配、调试, 确保各项参数符合标准后, 方可重启试运行^[4]。(3) 应急处理后的复检与确认: 重启后连续运行1-2小时, 检测轴承温度、振动、润滑状态, 确认无异常; 复查安装精度、配合间隙及冷却系统运行情况, 记录各项检测数据; 对比标准参数, 确认故障彻底消除, 方可恢复正常运行, 留存检测记录备查。

4.3 轴承发热故障的预防策略

(1) 安装阶段的预防措施: 安装前检查轴承质量、型号, 确保符合工况要求; 清理安装面及轴承部件, 避免异物侵入; 严格按照规范操作, 控制同轴度、垂直度及配合间隙, 采用专用工具装配, 杜绝暴力安装, 装配后进行初步试运行检测。(2) 运行阶段的日常维护与预防: 制定定期巡检计划, 每日检测轴承温度、振动及运行声音, 每周检查密封件状态; 避免电动机长期过载运行, 监控转速、负载参数, 及时调整; 保持运行环境整洁, 通风良好, 避免粉尘堆积、环境温度过高。(3) 润

滑系统的定期检查与维护: 按照设备说明书, 定期更换润滑油, 明确更换周期, 避免油液老化; 定期检测油液指标, 及时清理油路、油过滤器; 严格控制润滑油加注量和选型, 确保润滑系统密封良好, 防止水分、杂质侵入^[5]。

4.4 处理与预防的效果验证方法

(1) 短期效果验证指标与方法: 故障处理或预防措施实施后, 连续运行3-7天, 检测轴承温度(控制在标准范围内)、振动幅值等指标; 对比处理前数据, 确认温度无异常波动, 无异响、渗漏等现象; 检查润滑状态, 确保油液清洁、加注规范, 判定短期效果达标。(2) 长期效果跟踪与评估: 建立长期监测档案, 每月检测并记录轴承运行参数, 每季度进行一次油液分析和振动频谱分析; 统计一定周期内发热故障发生率, 对比实施前数据, 评估预防策略有效性; 定期排查潜在隐患, 优化处理和预防措施, 确保轴承长期稳定运行, 降低故障发生率。

结束语

高压电动机轴承发热故障的防控是一项系统性工作, 需贯穿安装、运行、维护全生命周期。本文通过全面分析发热诱因, 整合检测诊断方法与管控措施, 形成“原因分析—精准诊断—科学处置—源头预防”的完整体系。实践中需结合设备实际工况灵活应用相关技术, 加强日常巡检与定期维护, 及时排查潜在隐患, 持续优化防控策略, 切实保障高压电动机安全高效运行, 为工业生产稳定推进筑牢基础。

参考文献

- [1]王洪斌.高压电动机轴承振动监测与故障处理技术[J].建筑设计及理论,2025,(3):51-53.
- [2]艾则孜·吾甫尔.高压电动机轴承发热原因分析及处理措施[J].建筑技术科学,2025,(5):86-89.
- [3]张海珊.高压电动机轴承的检修和维护探讨[J].电力系统及自动化,2020,(5):72-74.
- [4]陈晓东,杨柳.高压电动机轴承振动特性及其故障诊断方法[J].机械工程学报,2023,59(6):78-85.
- [5]林志强,刘文博.工业电动机状态监测与故障预测技术综述[J].自动化学报,2024,50(3):456-459.